

# РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ В ЦИСТЕИН-СЕРЕБРЯНЫХ ГИДРОГЕЛЯХ С БИОАКТИВНЫМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ

*Андреянова Я.В., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.*

Тверской государственный университет

170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33

Структурирование в молекулярных растворах с небольшим содержанием растворенных веществ – редкое и недостаточно изученное явление. Такой процесс, как правило, наблюдается в водных растворах ряда природных высокомолекулярных соединений, которые образуют гели при низких концентрациях. Нами обнаружена молекулярная система, которая получается уже при минимальной концентрации исходных компонентов ( $\sim 0,01$  М). Целью работы является изучение процесса самоорганизации в цистеин-серебряном растворе (ЦСР) с помощью методов динамического светорассеяния (ДСР), вибрационной вискозиметрии и измерения электропроводности системы, определить оптимальные условия для формирования прочной гель-сетки и исследовать взаимодействие водных ЦСР с различными электролитами.

Для образования гидрогелей в данной работе использовали при определенном молярном соотношении ( $0,03$  М) нитрат серебра, L-цистеин и в качестве инициаторов гелеобразования хлориды металлов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ . Процесс созревания ЦСР связан с образованием олигомерных цепочек из молекул меркаптида серебра. По его завершении вводили в систему электролит, что приводило к формированию пространственной гель-сетки. Это подтверждается данными, полученными в результате исследования размера частиц методом ДСР. При изучении структурообразования гелеобразующих систем особое внимание уделяется механическим свойствам, так как они обусловлены наличием и строением пространственной сетки, образованной частицами дисперсной фазы. Именно непрерывный каркас слабо связанных частиц дисперсной фазы придает прочностные свойства гелю. О наличии и свойствах пространственной сетки в данной системе можно судить и по изменению вязкости в системе. Так, исследовали зависимость вязкости от времени стояния раствора. Методом вибрационной вискозиметрии определили, что на изменение вязкости гидрогеля влияет не только тип вводимого электролита, но и изменение температуры. С помощью метода ДСР установили, что увеличение размера коагулирующих частиц свидетельствует о формировании гель-сетки в ходе гелеобразования и прямо пропорционально увеличению вязкости системы. Также установили зависимость между процессом гелеобразования и

изменением электропроводности системы. Так, с увеличением вязкости происходит уменьшение значений электропроводности, что доказывает процесс структурирования в гидрогеле. Большинство изученных нами хлоридов металлов образуют наиболее прочные гели в диапазоне от 2,5 до 3,8 мМ. Кроме того, с помощью измерения электропроводности в ЦСР установлено, при каких  $\text{min}$  концентрациях начинается процесс гелеобразования. Так, при добавлении 0,005 мл электролита в ЦСР происходит резкое падение значений электропроводности. При созревании ЦСР в течение часа, удельная электропроводность достигала значения в 553  $\mu\text{См/см}$  и дальше практически не изменялась. Таким образом, можно считать, что в течение 2-3 часов происходит полное созревание ЦСР, а на молекулярном уровне образуются супрамолекулярные цепочки из молекул МС.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения гос. работ в сфере научной деятельности (проект № 4.1325.2014/К), гос. задания «Обеспечение проведения научных исследований» на базе ЦКП ТвГУ и программы У.М.Н.И.К. (гос. контракт № 5334ГУ1/2014 от 24.03.15).*